

# キュリーのラジウム発見100年にさいして

著者	阪上 正信
雑誌名	化学と工業 = Chemistry and chemical industry
巻	51
号	10
ページ	1604-1609
発行年	1998-10-01
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/37738">http://hdl.handle.net/2297/37738</a>

# キュリーのラジウム発見100年にさいして

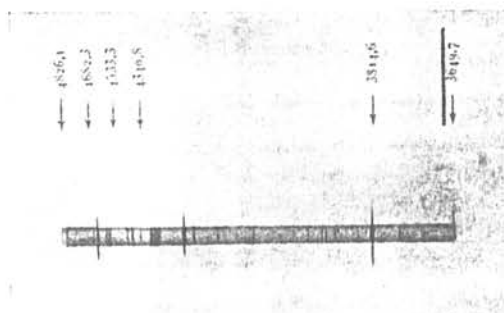
阪上正信

Masanobu SAKANOUE

化学元素も、放射性短寿命の112番元素までの重イオン照射による合成が報告され、その日本語名も昨年のIUPAC推奨により109番マイトネリウム(Mt)まで日本化学会が決定した(本誌51, 640-643, 1998)。本年は、初めての放射性新元素としてのポロニウムとラジウムが、化学的手段と放射能測定を組み合わせた放射化学的手法により発見されてより、ちょうど100年にあたる。そのことは先駆的な女性科学者としてのキュリー夫人のあゆみを省み、また放射能の世紀となった20世紀のきっかけとして関心が深く、いろいろな企画があり、私も歴史的な面での執筆を数カ所から依頼されたが<sup>1)</sup>、ここ談話室ではそれにふさわしいトピックスの若干を述べよう。

## 化学者としてのキュリー夫人のルーツ

母国ポーランドからバリーに留学してマリア・スクロドルスカがソルボンヌ大学で専攻したのは物理と数学で、それぞれの修士の学位を取得した。熱心な求婚を受けて1895年結婚した夫ピエール・キュリーも、ピエゾ電気を発見し市立工業物理化学学校に勤める物理学者であった。マリー・キュリー夫人となり博士学位の研究課題として発見間もない放射能を対象に選び、種々の物質(金属・化合物及び鉱物)の放射能の正確な比較を行った。これには、放射能による電離電流の補償を夫考案のピエゾ電気



第1図——純粋な塩化ラジウム(Marie Curie)の5,000~3,500 Å間のスペクトル。

カット：ラジウムの発光スペクトル。キュリー夫妻著『放射能』皆川、杉本、三宅訳、上巻(1942)

計にかける重量として求める方法が用いられた。その中で天然鉱物のピッチブレンド等とそのウラン含有量相当以上の放射能を認め、その原因探究に化学的分離手段を適用することとなって、化学者としての道に進むこととなる。それでは彼女にそれまでに化学実験に習熟するルーツはあったのかどうか疑問として残る。

実は、バリーに赴く前にポーランドの首都ワルシャワでその機会があった。当時ポーランドはロシア統治下にあり、ロシア化政策が厳しく進められていたが、彼女は自然科学と社会学を講義する個人宅での移動大学にも通った。そして、1890~1891年彼女23歳の頃には従兄弟ボグスキーの創設した実験室(秘密的教育機関として「農工博物館」と呼ぶ)に日曜日や家庭教師もしていた合間の夕方に、時間

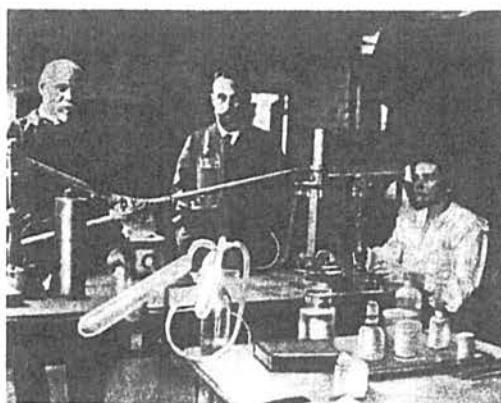


図1 ワルシャワでキュリーが初めて化学実験を味わった旧「農工博物館」建物跡

をみて熱心に通ったのである。今この場所の建物にはこの旨を記したパネルが掲げられている(図1)。ここには物理と化学の簡単な実験器具が備えてあり、実験操作の独習が可能で、吹管の使用や溶液からの液体の蒸留精製等々の化学実験を実地に行ったとのことである。キュリー夫人の著書『ピエール・キュリー』の米国版(1923)に付加された彼女自身の『自伝的ノート』にこれに関し次の記載がある。

I tried out various experiments described in treatises on physics and chemistry, and the results were sometimes unexpected. At times I would be encouraged by a little unhopd-for success, at others I would be in the deepest despair because of accidents and failures resulting from my inexperience. But on the whole, though I was taught that the way of progress is neither swift nor easy, this first trial cofirmed in me the taste for experimental research in the fields of physics and chemistry.

指導者ボグスキーはサンクト・ペテルスブルグでメンデレーフの助手を勤めた人であり、またハイデ



Henri Manuel, Paris

図2 実験室でのベールモンとキュリー夫妻。キュリー夫人著『ピエール・キュリー』(渡辺慧訳)等所載  
ただし左の人物を別人のブチーとした著作もあり、疑点が残っている。

ルベルグのブンゼンの弟子であった化学者ミリツェル等もいた。キュリー夫人は1913年、ワルシャワのRadiophysical Laboratoryの開所式に招かれた際、彼女の最初の化学の先生方に感謝し、

“thanks to Doctor Napoleon Milicer and his assistant Doctor Włodzimierz Kossakowski, here at this Museum, I learned a chemical analysis so well that this knowledge and skill helped me later to isolate radium and polonium”

と述べた旨、夫人の生誕地に現在あるキュリー博物館より入手できる英文冊子にある。

なお、1898年春から夫ピエールも協力して始めたピッチブレンドに適用した化学分離手段は通常の化学的分属分離法であって、ビスマスのフラクションから7月にポロニウムを発見する。しかしバリウムのフラクションからのラジウム発見に至るには、稀土類元素の分離に当時発展した面倒な分別結晶分離法を適用しなければならず、これには市立工業物理化学学校の実験化学者ベールモンの示唆と協力が大きかったとみられる。12月発表のラジウム発見の論文には彼も連名となっており、3人の並んだ写真もキュリー夫人の著書にある(図2)。なお、現在校門には「ベールモンの援助でキュリー夫妻が1898年この学校の実験室でラジウムを発見した」との石

版がかかり、実験室があった校内の場所は駐車場になっているが、そこには記念の台碑があり、木製倉庫の写真もパネルで示してある。また、校舎内に Salle Gustav Bémont と示した彼を記念する講義室もある。なお、最近彼については赤石準博士による種々の調査と検討がある<sup>2)</sup>。

### 可秤量ラジウムの原産地ヤーヒモフ

ドイツ(旧東独)とチェコの国境には、ドイツ語で Erzgebirge、チェコ語で Krusné Hory といわれる鉱石山脈があり、そのチェコ側南麓に、キュリー夫妻も深く関係するようになった町のヨアヒムスタール(Joachimstal)、現在チェコのヤーヒモフ(Jáchymov)がある。ここは16世紀初頭から銀の産出で著名となり、欧州各地から鉱夫等関係者が多く集った町となり、ここで産出して作られた銀貨幣で地名にゆかりの Thaler は欧州を風靡し、それをもとにした Tholer が、現在の米ドル Dollar の由来である。また、はじめは医師としてここに赴任したアグリコラ(もと本名の Bauer のドイツ語の意味「農夫」にちなみラテン語で Agricola とした)は、鉱物産出に魅せられてその調査研究を深め、科学技術史上のかけがいのない採鉱冶金の広範な著書『デ・レ・メタリカ』(1557年原著出版、1912年英訳書は後に米大統領となったフーヴァー夫妻、1968年邦訳書は三枝博音による)を著した。この本は数百の木版画も含み、ゲーテもその『色彩論』で「美しい贈物」と高く評価した。

一時はプラハに次ぐ人口の町となって繁栄したヨアヒムスタールも、主として上層部に産する銀の枯渇、30年戦争等の影響で17世紀は衰退するが、その後陶磁器の顔料ともなるコバルトその他の金属の産出、世界最初の鉱山冶金学校の開設で18世紀は復興する。そして19世紀になると深部に多いウラン鉱石ピッチブレンド(これがあると銀が見つからぬのでドイツ語で黒い不運 Pechblend と呼ばれた)の産出がこの町を支えた。

そもそも化学元素ウランは、ベルリンでローゼの薬局にいた分析化学者クラップロート(ベルリン大

学開設でその教授)が、ここ Erzgebirge で産出し、亜鉛と鉄の鉱石とされていたピッチブレンドの化学処理により1789年発見したものである(金属の単離は金属カリウムによる還元で1841年フランスのペリゴーによる)。このウランがガラスや陶磁器に黄緑色の美しく輝く着色をすることが18世紀半ば見出された。そして鉱石からウランを抽出するためにウラン顔料工場 Uranfarbenfabrik が、この町で1871年より稼働する。ウラン入りガラスは現在入手しようと思っても、第2次世界大戦に始まる原子力による規制のため残念ながら困難である。

キュリー夫人が博士論文課題としてまず種々の物質の放射能を比較し、この地産出の天然ピッチブレンドにそのウラン含有量に比し数倍高い放射能を認め、それが未知物質の化学分離探究を始めるきっかけであった。そしてラジウムを発見する過程で、それをより濃縮し、可秤量を分離する原料として注目したのが、すでにウランが抽出除去されて放置されていたこの工場の廃棄物であった。夫ピエールの要請を受けて、当時これを管轄していたオーストリア政府とウィーンの科学アカデミーの好意があり、1898年100 kg が無料で提供され、その後数年にわたり廉価で数トン以上がバリーの市内の学校に運搬された<sup>1)</sup>。今では問題になりそうな放射性廃棄物ではあるが、これとキュリー夫妻は約4年間にわたり並々ならぬ忍耐と努力で取り組み、ついにスペクトル的にバリウムを含まぬ純粋な塩化ラジウム120 mg を得て、その原子量  $225 \pm 1$  を1902年7月報告し、新元素ラジウムが確実に認知された(1910年電気分解でアマルガムを作りそれから金属単離)。この間の粘り強い実験生活の日々は、様々なキュリー物語のハイライトになっている。なお、1903年キュリー夫妻はベックレと共にノーベル賞物理学賞を放射能研究により受けたが、1911年にはこれら化学的業績によって彼女単独で(夫は1906年馬車との衝突事故で死亡)ノーベル賞化学賞を受ける。

なおポロニウムに関しては、半減期が半年足らずと短く、ビスマス類似とされ、またベルリンのマクワルドがラジオテルルとした研究もあり、問題と論



図3 ヤヒモフの旧鉱山豎坑施設を望む  
左は古い市役所、右は古くからの教会

争があった。しかし、このようなヤーヒーモフの原料をもとに、その可秤量(約0.1mgPoを含む2mg)が発見後12年の1910年調製され、その特徴あるスペクトル線から新元素として確定した。なおこのような原料からは、新化学元素アクチニウムが1899年キュリーの弟子ドビエルヌにより発見され、1918年オット・ハーンがプルトアクチニウムを発見し、やがて可秤量も調製されている。

現在ヤーヒモフの旧鉱山地区には、その豎坑の櫓の跡が古いレストランもある市役所や教会と共に見られるが(図3)、それから約2 kmの新しい町がウラン顔料工場のあった地区で、旧廃棄物置場はキューリー記念の碑もある公園となっており、私が訪問してその放射線レベルを簡単な線量計で測定するとなお高かった<sup>3)</sup>。なおその周辺地には、旧坑底からの高ラドン含有量の放射能泉<sup>1c)</sup>を導いて利用するいくつかの療養ホテルの建物の威容がある。

## 東洋への伝達と100年を経た今年

キュリー夫妻のポロニウム発見は、間もなく英国理化学奨励会がブリストルで9月開催された際、会長

東京化學會誌第二十二卷

三九六

新元素あるを示す如し。  
フッ素、クロム、ポロニウム及ラザウムは孰れ放射作用を有するも前者は宮内院に於けるに數時間を経るも後二者は半時間にて足り且グラハム・ロシアン化バリウムに螢光を發せしむる作用を有す。  
(松原)

松原

14.

無機化學  
新元素ヲデウム  
Radium

[illegible]

著者曰て本流一八七五照ビエバニドより放射作用強大なる  
ロニウム(*Radium*)を得たるが今亦ラヂウムを得たり  
ロニウムは其化学作用并鈍に類するもラヂウムはバツウムに類し硫化水素  
素硫化アルミニウム、セシウム等との爲洗滌を生ぜず硫酸鹽酸に水に溶解  
し鹽化物は水に溶解するも鹽酸及硝酸の爲洗滌す但放射作用即空気を示  
滑越とする作用強大なるものあり且鹽化物の水溶液に酒精を加ふる  
き洗滌する初部は陰部に比して遙に放射作用強大にして此の分別洗滌を重  
ねるときは其作用非常に強大となりウラン様の九八〇倍に至るべき且  
セシウム(*Cesium*)は此物質はバツウムの外流三八一四八の一様なり  
一種のメタリックを與へ其輝度放射作用に伴ひて増すを見要するに一の

図4 ラジウム発見報告の明治32年東京化学会誌

クルックスの開会演説に言及され、それが1896年東大を卒業し当時一高で教えていた若き松原行一により和訳され東京化学雑誌に掲載された<sup>4)</sup>。ラジウム発見は、1898年の仏語原論文により翌年やはり松原行一が和文で紹介した<sup>5)</sup> (図4)。アクチニウム発見も発表の翌年に同誌に和文で松原により紹介されている<sup>6)</sup>。また、キュリー夫人が1903年、4年以上にわたる自分の放射性物質に関する研究内容をまとめた仏語論文の内容は、当時まだ東大化学科学生であった帰山信順によって和文で東京化学雑誌に紹介されており<sup>7)</sup>、今日も有意義である。残念ながら同氏は卒業と同時に惜しくも早世されたとのことである。

隣の中国には、同国の最初の自然科学雑誌『亞泉雑誌』1900年12月刊第3号にポロニウム・ラジウム発見が、西欧の学問を日本を通じて紹介する日清戦争後の雰囲気を反映して、『東京物理学校雑誌』102号(1900年)の安田又一「1899年上半期における化学界」の訳として、王琴希により簡単に紹介

されたのが始めとされている。しかしより詳しい内容で伝えられたのは、1902年21歳にして日本に留学していた有名な魯迅による『浙江潮』1903年8月号の「説鉛」（ラジウム論、現在中国でのラジウムの元素名は鐳なので鐳論）である。『浙江潮』は当時の浙江省出身中国留学生が東京で出版した雑誌である。この論文は魯迅全集第七巻に見ることができ

やがて、我が国からも直接訪欧して放射能を学ぶようになった。1902年東大物理学科を卒業し、1905年留学した木下季吉は、英国のラザフォードのもとにも学び、1909年10月帰国し、物理学科で放射能を講義するようになる。化学科学生飯盛里安もそれを聴講し、学生実験の訓練にも参加し、1910年のハレー彗星来現の際は大気中の放射性物質捕集の実験も手伝った。この木下等の報告が我が国最初の放射能測定論文である。やがて飯盛里安自身も桜井錠二教授の紹介により1919年渡英し、1921年にはソディーのもとでの天然放射能測定の実験研究を終えて帰国した。そして理研での測定器製作と研究をする一方、1922年からは我が国最初の「放射体化学」の講義を東大で1943年まで22年間続けた。第2次世界大戦が始まるまでの内外の「放射能測定の歴史」は、本人も共に歩んだ道の要点をまとめた総説<sup>9)</sup>にある。日本の放射性鉱物の化学的研究は、錫石を採取していた岐阜県苗木地域から始まる。砂錫の選鉱滓の中から、放射能発見以前の1893年菊地安が含ウラン鉱物フェルグソン石を見出し、1904年には和田維四郎がその中の変種ジルコンを新鉱物と確認して苗木石と命名した。その分析を化学科の坪和為昌教授に依頼したが、留学中の柴田雄次はパリでその稀土類元素分析に発光分光分析法の有効なことを実感した。帰国後1919年よりは文部省科学研究奨励金を得て、その研究室配属となった木村健二郎と共同研究を行い、1921年には「東洋産含希元素鉱石の化学的研究（其一）美濃産苗木石、フェルグソン石およびモナズ石の分析」が発表された。その後このような研究は木村健二郎の研究室に受け継がれ、報告は1973年までに第66報に及び、

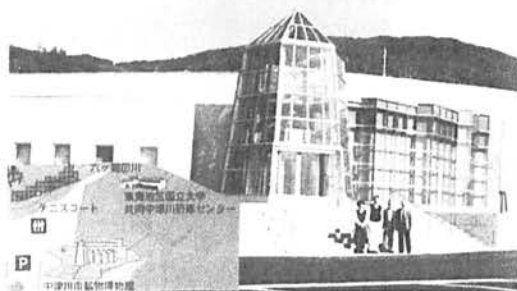


図5 本年開館の中津川市鉱物博物館

数多くの卒業研究生等が同地域に赴いた。なお、我が国での最初のラジウムそのものの定量は飯盛里安による滋賀県田ノ上山河床産のマンガン瘤についてである。いわば日本のヤーヒモフにあたる苗木に、奇しくもラジウム発見100年にあたる本年、同地出身の長島乙吉、弘三の蒐集提供した鉱物標本を基礎に、中津川市立鉱物博物館が開館し（図5）、ここには東大化学教室に保管されていた木村健二郎等蒐集の諸試料も移管された。整った常設展示のほか、本秋には放射性元素発見にちなむ企画展示も計画されている。

なお、大正の頃海外で放射能研究をした科学者として、キュリー夫人所長のラジウム研究所にて、その娘イレヌとの共同研究を、1923～25年の間強い放射線被曝も意にせず直接測定実験した東北大化学科出身の山田延男を忘れてはならない。本年仙台で開催の放射化学討論会では、父を放射線障害で3歳の時失った子息も囲み、9月18日にその生涯と研究内容を語る集いがもたれる。

また日仏理工科会により、キュリー一家ゆかりのエレーヌ・ランジュバン・ジョリオをフランスから招いての講演会が東京北の丸公園の日本科学技術館で10月24日にあり、21～27日はラジウム週間として展示や公開実験等が同館で催される。

化学史学会は本年岡山県津山で開催の年会期間中の10月17日午前、放射能研究初期における女性科学者の活動（これについてはブルックスの生涯に関する訳書が丸善から本秋刊行予定）、戦前の放射性希元素鉱物研究史、戦後の放射能鉱物探査の三つの

話題につき、記念のシンポジウムをもつ。

この他に12月には、キュリー夫妻のラジウム発見の年の諸ノートも研究したアドルフ教授がフランスから招かれ、神奈川県葉山湘南国際村でのIntern. Symp. on Radiation Educationで講演し、日本化学会も参画するラジウム100年記念事業委員会による講演会も計画されている。なお同委員会には、他に翻訳出版や映像提供なども種々計画しており、放射線医学物理誌は記念特集号を刊行し、アイソトープ協会はキュリーゆかりの写真集を製作するなど、意義ある本年は多彩となっている。

- 1) 阪上正信：
  - a) 人物をめぐり、エネルギーレビュー, 18, 4-9 (1998).
  - b) ゆかりの各地、放射線と産業, 78, 48-53 (1998).
  - c) 放射能泉につき、放射線医学物理, 18, 印刷中 (1998).
- 2) 赤石 準：Isotope News, 524, 22-25; 525, 28-31; 526, 26-30, (1998).

- 3) 阪上正信：Isotope News, 481, 16-21, (1994).
- 4) 松原行一：東京化学会誌, 19, 867-878 (1898).
- 5) 松原行一：東京化学会誌, 20, 395-396 (1899).
- 6) 松原行一：東京化学会誌, 21, 615-617 (1900).
- 7) 堀山信順：東京化学会誌, 24, 1251-1265 (1903); 25, 87-98 (1904).
- 8) 飯盛里安：化学の領域, 13, 689-696 (1959).

## PROFILE



金沢大学名誉教授 理学博士  
筆者紹介 (経歴) 昭和18年東京大学理学部化学科卒, 26年愛知県大里中学校、兵庫県伊丹南中学校教諭を経て31年岡山大学温泉研究所助手、助教授, 37年金沢大学理学部教授, 50年附属低レベル放射能実験施設長, 62年定年退職。〔趣味〕科学史、囲碁、旅行。〔連絡先〕665-0843 宝塚市宮の町14-20 (自宅)

(C) 1998 The Chemical Society of Japan